

جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٢٥

محاضرة

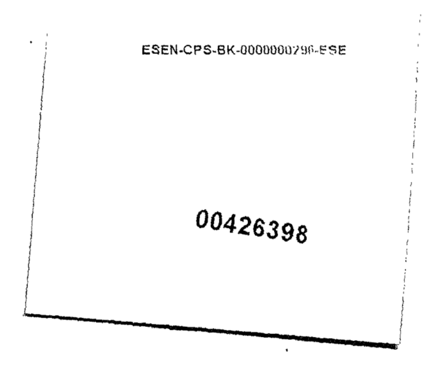
عن الأبحاث المائية

لحضرة الدكتور حسن زكى
وكيل أدارة قناطر الدلتا

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر



الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية
يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود
(شيني) ويرسل برسمها .



جمعية المهندسين الملكية المصرية

النشرة الثالثة من السنة الخامسة عشر

١٢٥

محاضرة

عن الأبحاث المائية

لحضرة الدكتور حسن زكي
وكيل إدارة قناطر الدلتا

ألقيت بجمعية المهندسين الملكية المصرية

بتاريخ ٩ مايو سنة ١٩٣٥

مطبعة الاعتماد بشارع حسن الأكبر بمصر

الجمعية ليست مسئولة عما جاء بهذه الصحائف من البيان والآراء

تنشر الجمعية على أعضائها هذه الصحائف للنقد وكل نقد يرسل للجمعية يجب أن يكتب بوضوح وترفق به الرسومات اللازمة بالحبر الأسود (شيني) ويرسل برسمها .

المباحث المائية

تاريخ المباحث المائية

فكرة البحث المائى هى وليدة العصور الحديثة نبتت فى القرن الثامن عشر على صورة متواضعة غير واضحة الأسس أو ظاهرة المعانى ككل الأحياء فى مبدأ نشأتها وتكوينها وعدا الزمن وكرت السنين وتلقفتها أيدى جهابذة الفن وأساتذته وتعهدها كبار الباحثين بمجهوداتهم وأبحاثهم حتى نمت وترعرعت وبدت فى الصورة الكاملة التى هى بها اليوم علماً متين الأساس كبير الأثر واضح الصلة عظيم النتاج .

وأن مصر التى كانت مهد الحضارة ومنبع الفنون فى كل فرع من الفروع كان لها أيضاً فخر السبق من هذه الوجهة — فأعمال الملك مينا مؤسس الأسرة الأولى على نهر النيل وتعديله لمجراه هى أول محاولة من نوعها سجلها التاريخ . كذلك خزان بحيرة موريس الذى تم فى عهد أمنحتب الثانى يعتبر عملا هندسياً جليلا قائما بذاته خليقاً بكل إعجاب وهو ان لم يكن نتيجة مباشرة لتجارب علمية بحتة إلا أنه من غير شك وليد دراسة وخبرة وأثر من آثار التفنن والنبوغ يكفى فى تقديره أن نعود بعد توالى كل هذه الأحقاب الطويلة إلى الرجوع إلى ما يشبهه وأن نفكر فى القيام بتنفيذ مشروعات تماثله .

ولا حاجة بى هنا أن أذكر بتفصيل دقيق شامل تاريخ البحث المائى

أو أن آتى على خطوات الانتقال التى مر بها والأدوار التى اجتازها خطوة فخطوة وسأكتفى اليوم بالاشارة باختصار إلى هـذه العصور التى يمكن تقسيمها على الوجه الآتى :

الفترة الأولى — نشأة الأبحاث المائية ومبدأ تكوينها بمصر والصين

الفترة الثـانية — نهضة اليونان والرومان وأعمالهم الهندسية الجليلة التى تشهد بها آثارهم الحالية .

الفترة الثالثـة — عصر الفتح الاسلامى بمصر .

الفترة الرابعـة — أعمال الرى بشمال إيطاليـة للتغلب على السيول ومقاومتها وتقليل أضرارها فى عهد النهضة العلمية الأوروبية .

الفترة الخامسة — نهضة المهندسين الفرنسيين وأبحاثهم المختلفة والتى تابعهم فيهـا مهندسو ألمانيا وانجلترا فى منتصف القرن التاسع عشر .

الفترة السادسة — التطور الحديث فى الأبحاث المائيـة وإنشاء المعامل الفنية بشكلها الحالى فى أوائل القرن العشرين

ويلاحظ أن تقدم علم الأبحاث المائيـة كان متناهياً فى البطء إذ كانت تمضى بين الفترة والفـترة زهاء الألف عام من غير أن نجد فيها ما يستحق الذكر والتسجيل .

فالى الفترة الثالثة كان أساس الأعمال المائيـة كلها دليل على قوة بطش الفاتحين بها فالخزانات والقناطر والمجارى كانت تنشأ تحت تأثير

القوة فكانت هذه الأعمال من الضخامة بمكان عظيم حتى كان كبر حجم بعض هذه الخزانات من بواعث الضعف بدلا من أن يكون من عوامل المتانة.

فكان ثقلها أكبر مما تتحمل أساساتها ويرجع ذلك الى جهل من قاموا بتشييدها بالأصول العلمية والفنية من حيث تأثير القوى الخارجية على أجسامها وتوزيع الجهود الداخلية فيها .

فان كان القدماء قد تغلبوا على كثير من المصاعب بقوتهم إلا أن الطبيعة لا تحارب بالقوة وإنما تغلب بالعلم الصحيح .

يبتدىء التقدم الحقيق والتوجيه الصحيح الذى مهد الطريق الى الفتح العلمى الحديث من الفترة الرابعة حينما فكر فى وقاية أرض إيطاليا من سيول جبال الألب (Alps) التى كانت تجرف معها الأراضى الخصبة فاستعملت القوة فلم تجد نفعاً أمام قوة الطبيعة ولذا اجتمع أهل العلم والفن بايطاليا وفكروا فى الأمر ملياً وكان زعيم هذه النهضة المباركة (Leonardo da Vinci) صاحب الصورة الشهيرة (La Jaconde) وكان هذا الرجل العظيم مهندساً ورساماً وشاعراً وحفاراً لم ير العالم مثله فى نبوغه وتفوقه فشخص حركة المياه تشخيصاً يشهد له على فهمه لأصول العلوم المائية ثم جاء بعده (Galileo) وعمل بجد مع (Castelli) و (Toricelli) حتى وضعوا بعض المبادىء العلمية للمباحث المائية ومن عهدهم أخذت المباحث المائية صبغتها العلمية .

جاءت الفترة الخامسة حيث بدأ (Mariottoe) و (Pitot) و (Bernoulli) و (Chézy) و (Darcy) و (Bazin) من علماء فرنسا

و (Rankine) و (Froude) و (Reunold) من أساتذة انجلترا و (Weisback) و (Hagen) من مهندسى ألمانيا و (Francis) و (Hamilton) من رجال أميركا فبدأوا فى تحقيق النظريات بالتجارب وفحصوا المياه فحصاً دقيقاً وعكفوا على دراستها درساً عميقاً للكشف على أسرارها ولمعرفة تكوينها .

أظهروا خواصها الطبيعية والكيماوية ثم بنوا قوانين ضبطها وحركتها وبذلك ظهرت علوم (Hydrodynamic) و (Hydrostatic) وعلم الا (Hydraulic).

وبفضل تحالف وتكاتف هذه العلوم المبنية على أركان راسخة من الملاحظة والتجربة والتحقيق أدخل كثير من التحسينات فى تصميم المنشآت المائية من قناطر وخزانات وسفن وطلمبات وتربينات وبذلك أمكن تذليل القوى الطبيعيه واستخدامها فيما يعود على الناس بالخير العام .

الفترة السادسة

التطور الحديث فى الابحاث المائية

ان من ينقب فى تاريخ الايدروليكا كعلم مستقل ويتتبع تطوره وتقدمه يبدو له جلياً أن أولئك الباحثون الذين اكتفوا بمراقبة جريان الأنهار بالطبيعة ودرسوا سيرها من غير الرجوع الى التجارب الفنية المستقلة فشلوا فى ابحاثهم وخابت مجهوداتهم لاكتشاف القوانين التى تسيطر على سير المياه وتؤثر على ما تحمله من طمى ورواسب كذلك الذين

عمدوا إلى المياه وحاولوا دراستها كعلم رياضى بحت بدلا من علم تطبيقى وليد تجارب عملية جاءت نتائج أبحاثهم ناقصة بعيدة عن الحقيقة .

الحقيقة الثابتة أن الذين أثمرت مجهوداتهم ووفقوا فى أبحاثهم هم فقط أولئك المهندسون الذين دأبوا فى دراستهم على الجمع بين دراسة الطبيعة ثم إجراء تجارب مستقلة فى معامل خاصة .

إن دراسة الأرصاد وتجميعها وتصنيفها بالطبيعة عملية بطيئة عقيمة لا تؤدى فى الغالب إلى اكتشاف الوسائل التى يمكن بواسطتها التحكم فى الأنهار سواء بتعديلها أو بتنظيم تصرفاتها إذ أنه فضلا عما تتطلبه عملية الرصد ذاتها من وقت طويل ثمين فان حركة المياه تخضع فى الاصل لعوامل مختلفة متعارضة فتختلط الاسباب المؤدية للنحر أوالطمى أو تغيير التصرف لدرجة تحجب الاستنتاج الصحيح .

دراسة هذه العوامل المتعارضة لا تأتى إلا فى المعامل وعن طريق التجارب والبحث إذ أن كل هذه العوامل ممكن فحصها ودراستها ومعرفة تأثير كل منها خطوة فخطوة واكتشاف الاسباب الصحيحة التى تنتهى إلى هذا التأثير .

بالتجارب فقط يمكن جعل علم المياه علماً منتجاً ذا أهمية مفيدة بالحياة اليومية .

وبالطبع لن تكتمل هذه الدراسة ويتيسر إجراء هذه التجارب إلا داخل معامل مجهزة بالأدوات اللازمة للرصد وخلافه بحيث يتوفر بها

ضمان الدقة والاستنتاج الصحيح فكثير من الأهميـة يعلق على الأجهزة والمعدات والتسهيلات الموجودة فى هذه المعامل .

معمل الأبحاث المائية

فكرة المعامل فكرة قديمة ولو أن المعمل الحديث كثير الاختلاف عن سـلفه فالمعامل البسيطة التى التجأ اليها ده فنسى وجاليلو وغيرهما من أقطاب الباحثين كان أساسها خزان للمياه وفتحة وحوض لقياس التصرف

تطورت هذه المعامل بازدياد الحاجة والرغبة فى البحث وتمشت فى تقدمها جنباً إلى جنب مع الاكتشافات الحديثة الهامة والتوسع الصناعى الهائل والتقدم الاقتصادى الحديث والتطور الفنى فى مختلف الفنون وأصبح المعـمل الحديث داراً ضخمة مستقلة ومعهداً علمياً قائما بذاته يحوى بين جدرانه أجهزة متعددة كطلمبات ضخمة للتغـذية ومولدات للكهرباء وأحواض مختلفة وهدارات لقيـاس التصرف ونماذج مصغرة للقنـاطر والأعمال الصناعية المراد دراستها .

قيمة النماذج المصغرة

لا نزاع فى أن نجاح الأبحاث المائية الحديثة والنتائج البـاهرة التى وصلت اليها أخيراً يعزى فى الأصل إلى إمكان اسـتعمال النماذج المصغرة للمجارى أو الانشاءات الصناعية أو التربينات واجراء التجارب عليهـا ودراستها حسب أصول نظرية التشابه .

هذا هو الفتح الحقيقى فى البحث المائى كما أن التقدم الفنى فى الأجهزة

الحديثة مكننا من أخذ الأرصاد بدقة متناهية تؤدى فى الغالب إلى التثبت منها والتأكد من صحتها .

النموذج الصغير أقوى وأحدث سلاح لدينا بواسطته يمكن دراسة مسائل متنوعة كبيرة الأهمية عظيمة النفقات ويتوقف على علاج هذه المسائل سلامة أعمال صناعية تقدر قيمتها بملايين الجنيهات ومشروعات عظيمة لها أكبر الأثر فى صميم حياتنا اليومية والاقتصادية وعليها أرزاقنا وأرواحنا .

كل ذلك يمكن دراسته بواسطة هذه النماذج الصغيرة وبشروط مخصوصة وبنفقة معدومة لا تكاد تذكر ومن غير اجهاد أو ضياع للوقت يمكننا الوصول إلى نتائج مرضية جداً والتغلب على مصاعب عديدة تبدو فى أولها مستعصية أو مستحيلة .

الشرط الأساسى فى النماذج أن تكون متشابهة مع الأصل تشابهاً هندسياً وديناميكياً من كل الوجوه .

فلاستيفاء التشابه الهندسى يجب أن تكون أبعاد النموذج وتفاصيله صورة مصغرة طبقاً للأصل بكل معنى .

وللحصول على التشابه الديناميكى يجب أن نفى بجميع الشروط التى تجعل حركة المياه بالنموذج متشابهة لحركة المياه بالأصل وهذا لا يتأتى إلا بعد تحليل معادلات الحركة التى أوجدها العلامة (Stokes) سنة ١٨٥٠ و (Helmholtz) سنة ١٨٧٣ و (Reynolds) سنة ١٨٨٢ ، ولكن هذه

الطريقة تحتاج إلى دراية كبيرة لأصول علم الهدروديناميك والفضل يرجع إلى مجهود (Reyleigh) سنة ١٨٩٩ وسنة ١٩٠٩ فقد استنتج هذه الشروط بطريقة بسيطة بتطبيق نظرية تجانس المقاسات والمقام لا يسمح هنا بالدخول فى تفاصيل هذه النظريات .

ان التشابه الديناميكى بكل معنى الكلمة أمر من الصعب تحقيقه إذ من الواجب استعمال سائل آخر بالنموذج بدلا من الماء حتى تكون النتائج مطابقة للأصل ولكننا دائما نستعمل المياه بالنموذج والأصل إذ قد دلت التجارب على أنه طالما أن حركة المياه دوامية بالنموذج والأصل فنتائج النموذج لا تبعد كثيراً عن الواقع والطريقة الوحيدة التى يضمن بها وجود الحركة الدوامية بالنموذج هى مراعاة حسن اختيار مقاس النموذج حسب الأصول العلمية .

ومن الثابت الآن أن النماذج باستيفائها شروط معينة تعطينا نفس النتائج بغض النظر عن اختلافات المقاس فمثلا قد صار قياس التصرف باحدى الفتحات العليا بخزان أسوان بدون تكبد مصاريف تذكر بالنسبة لوجود حوض بنى فى الأصل خلف الخزان لتقويته ولقد عملت عدة نماذج لهذه الفتحة ذاتها و بمقاسات مختلفة و بمقارنة نتائجها بالنتائج المتحصل عليها من الأولى قد وجد أن جميع هذه النتائج متطابقة وذلك بالنسبة لاختيار مقاساتها حسب الأصول العلمية .

كذلك قد عملت عدة تجارب على القناطر الخيرية وخزان سنار وعلى

نماذج مصغرة لها فكانت النتائج واحده فى جميع الحالات ومن هنا يتضح أن النماذج التى لم يراع فيها التشابه الديناميكى بكل معنى الكلمة حسب نظريات التشابه تعطى نتائج يعتمد عليها كثيرا إذا ما روعى أن تكون حركة المياه دوامية .

وان كنا نتجاوز عن التشابه الديناميكى الكامل ومع ذلك نحصل على نتائج حسنة كذلك كثيراً ما تضطرنا الحال إلى التجاوز عن التشابه الهندسى دون تأثر النتائج بذلك وهذا يحدث فى التجارب الخاصة بتعديل مجرى الأنهار وتحسين الموانى إذ من الصعب عمل نموذج يبين جميع مجرى النهر بمقاس واحد بالنسبة للمساحة الكبيرة التى يشغلها مثل هذا النموذج . وفى هذه الحالة نعمد إلى اختيار مقاس العرض خلاف مقاس الطول خلاف مقاس العمق ومتى توفرت الدقة فى اختيار هذه المقاسات حسب الأصول العامية كانت النتائج التى نحصل عليها يعول عليها كثيراً وتعطينا التجارب فكرة صحيحة عما يحدث بالطبيعة بالفعل .

ولا يتسرب إلى الذهن أن الوصول إلى نتائج التجارب هى من السهولة بمكان إذ أنه لضمان الوصول إلى الصالح منها والقيم هناك شروط عدة يجب توفرها سواء فى الأشخاص المنوطة بهم هذه المهمة أو فى الأبحاث ذاتها .

فيجب أن تخضع التجارب فى الأصل إلى النظريات البحتة وأن تتمشى وتتفق مع الخبرة الطويلة المكتسبة من مباشرة وتنفيذ الجليل الهام من المشروعات العملية بالطبيعة .

فالنظريات فى وضعها الحقيقى ما هى إلا بحث كامل غير متحيز ولا يمكن لغير المتمكن من هذه النظريات البحتة الوصول إلى تجميع وتصنيف نتائج هذه التجارب واستخلاص القوانين الصحية التى تربطها ببعضها .

كذلك يجب أن يكون الباحث ملماً بجميع الظواهر والعوامل الطبيعية خبيراً بأحوال الأنهر والمجارى وبأخذ الأرصاد .

أنه من الواجب حتما التأنى فى الحكم والاستنتاج فكثيراً ما يختلط تأثير العوامل وتتشابه كما أنه من الأهمية بمكان عظيم أن نساير الطبيعة بأحدث الطرق الاقتصادية وأكملها .

ولا يمكننى أن آتى هنا بالتفصيل الشامل على مختلف الاكتشافات والتحسينات التى يدين بها العالم والعلم لهذه النماذج الصغيرة ودراستها فى المعامل ولكنى اكتفى بأن أذكر الحقيقة التالية وهى أن الوفر الناتج من دراسة مشروع من المشروعات والاقتصاد والتحسين الذى أدخل عليه نتيجة لدراسته وبحثه بالمعامل يربو فى كل مسألة من المسائل على تكاليف المعمل ذاته .

هذا التقدم الفنى الباهر بعث الباحثين فى مختلف الدول والممالك إلى الاستفادة من هذه المعامل والتسابق فى إنشائها وفقاً لحاجتهم ورغباتهم وطبقاً لما تمليه عليهم وأحوالهم الخاصة فاندفعوا إلى الاكثار منها وتجهيزها بالحديث من الأدوات وامدادها بكل ما هو جديد حتى أصبحت كاملة مستوفاة .

سأتحدث الآن عن نصيبنا المتواضع من هذه النهضة العلمية المباركة : —

المباحث المائية فى مصر

النيل هو مصدر حياة هذه البلاد ورخائه . فى مياهه ثروة ضخمة للقطر لذلك كان طبيعياً أن نوجه اهتمامنا الشديد إلى العناية بتنظيم هذه المياه ودراستها والقيام بكل ما من شأنه أن يزيد التحكم فى مياه هذا النهر العظيم والسيطرة على موارده فأنشئ الكثير من الخزانات والأعمال الصناعية وعمدنا إلى الوسائل الفنية والمشروعات الهندسية بما انتهى بنا إلى هذا البرنامج الضخم الشامل الذى يسهر على تنفيذه والعناية به رجال الرى لتحسين حالة الرى والصرف وحماية القطر من شر الغرق أو الشرق مما أنتم به على خبرة وبينة .

ان نجاح هذه الأعمال ووفاء هذه المشروعات بما وضعت من أجله يتوقف تماماً على استنادها الى أساس علمى صحيح لذلك كان لزاماً أن يكون الغرض الأساسى من المباحث المائية هو هذا النظام واستكماله وإدخال كل ما يمكن أن يساعد على زيادة الثقة فى نجاح هذه المنشآت والطمأنينة إلى سلامتها ومتانتها وتنفيذها على خير الطرق الاقتصادية والفنية .

أعمال المباحث فى مصر .

اتسع نطاق الابحاث المائية فى مصر وخطت خطوات سريعة حتى

فاقت مصر فى هذا البحث كثيراً من بلاد العالم بل قد أصبحت فى الصف الأول من الدول القائمة برقى هذا الموضوع .

على أن لأعمالنا صبغة خاصة واتجاهاً فريداً من نوعه أملته بطبيعة الحال طبيعة الأعمال الهندسية التى نقوم بها لتلائم حالة البلد خاصة وخصائص النهر الطبيعية وتقلبات مياهه لذلك جاءت أعمالنا مستقلة بعض الشىء متمشية مع ما يناسب هذا النظام ويساعد على الاستفادة منه وحسن تدبير المياه لدينا وإدخال التحسين الفنى والاقتصادى على كل العوامل التى تؤثر فى سلسلة هذه الأعمال المتصلة الحلقات المترامية الأطراف .

وسأبين الآن فيما يلى على قدر المستطاع ما أدته المباحث المائية لنظام الرى من خدمات وأى تأثير عظيم أدخل على طريقة توزيع المياه بالقطر .

(١) أعمال الرصد — إن الأساس الحقيقى الذى تبنى عليه دراسة كثير من المشروعات قبل تنفيذها والعامل الأكبر الذى نستطيع به معرفة كمية المياه التى لدينا والتى نستطيع به المقارنة التحليلية قبل توزيع المياه وتدبيرها هى رصد المناسيب وتجميعها وتصنيفها وبديهى أن قيمة هذه الارصاد تتوقف كثيراً على مبلغ الدقة الذى يراعى فى أخذها فكلما قويت الثقة فى صحة هذه المناسيب كلما صح الاعتماد عليها وأصبحت ذات فائدة حقيقية .

المقياس العـادى فوق تأثره بكثير من العوامل الطبيعيـة كالأمواج والرياح فهو عرضة أيضاً لاخطاء موضعية لصعوبة قراءته أو مراجعته للتأكد من صحته .

هذه العيوب الرئيسية قد درست وأصبح فى الامكان ملافاتها بما استنبط فى قناطر الدلتا من أنواع المقاييس المختلفة التى تتناسب مع الاغراض التى وضعت من أجلها وتختلف صلاحية استعمال أى نوع منها وتفضيله على الآخر تبعاً لمنطقة المقياس ودرجة أهميته ومبلغ الدقة الذى يراد الوصول اليه ؛ فهناك .

١) المقياس ذى العوامة Float Gauge وهو أبسطها شكلا وأقلها نفقة وصيانة وأكثرها ذيوعاوانتشاراً لسهولة تركيبه ودقته النسبية وملاءمته لكثير من المواقع .

٢) المقياس المفرغ من الهواء Vacuum Gauge وهو أيضاً من أحسن الأنواع وأكثرها صلاحية للاستعمال وتوجد منه أنواع كثيرة .

٣) المقياس ذى التذكرة Ticket Gauge والغرض الأساسى من هذا النوع هو ملافاة الاخطاء الناتجة من قراءة الارصاد ثم التأكد من عدم التلاعب فى المقاييس عند تبليغها ولسهولة مراجعتها من جهة أخرى .

٤) المقياس التليفونى Telephone Gauge وهذه تعتبر أكمل الأنواع وهى جليلة الفائدة فى المناطق الهامة التى يراد الاتصال بها من وقت لآخر .

وقد استعملت هذه الأنواع كلها فى مختلف القناطر وأدخل هذا التغيير تدريجياً وعلى قدر ما سمحت به الظروف وأصبح لدينا بفضل هذا التحسن سلسلة كاملة من الارصاد يمكن الاعتماد عليها اعتماداً كلياً .

(٢) التصرف — إن معرفة كمية المياه التى تنحدر فى مجرى النهر الرئيسى أو خلف أى عمل من الأعمال الصناعية العديدة الواقعة على طول النهر أو فى الترع الرئيسية أو الفرعية وسهولة تقدير هذا التصرف أمر له قيمته فى معرفة الأيراد أو التصرف وعامل من العوامل الأساسية التى لها أكبر الأثر فى دقة التوزيع وضبطه .

والفضل كل الفضل فى دقة التوزيع الحالى وعدم ضياع المياه فى الأوقات الحرجة يرجع إلى المجهود الذى بذل بواسطة ادخال المباحث المائية فى تقدير تصرف الأعمال الصناعية بطريقة عملية سهلة وفى الوقت نفسه على وجه دقيق مما كان له أحسن الأثر فى سهولة التنبؤ بحالة النهر وفى تقدير الفاقد والمكتسب بالطريق بين أسوان والقناطر الخيرية .

طرق قياس التصرف

المتبع فى ذلك طريقتان إما أن يقاس التصرف فى الطبيعة وذلك باستعمال (السكرنتيمتر) عداد السرعة أو استعمال نماذج مصغرة بأحواض التجارب .

على أنه من المستحسن جدا إذا سمحت الظروف أن يجمع بين الطريقتين حتى يفحص الموضوع من كل نواحيه وحتى تكون نتيجة التعبير دقيقة وافية بكل ما هو مطلوب .

قياس التصرف بالطبيعة

ولو أن قياس التصرف بالطبيعة عملية شاقة بطيئة إلا أنها عملية مجدية

لجمع الأرصاد فى أوقات متسلسلة والخروج من ذلك إلى وجود العلاقة التى تربط كلا من هذه العوامل المختلفة بشكل بسيط سهل وقد يتبع فى ذلك طرق عدة إلا أن أدقها وأكثرها ملاءمة واستعمالا بالقطر المصرى هى قياس التصرف بواسطة عداد السرعة أى الكرنتيمتر .

على أنه عند استعمال هذه الطريقة يجب أن تراعى عوامل عدة مهمة لما لها من تأثير كبير على قيمة النتائج التى نحصل عليها ويمكن تلخيص هذه العوامل فيما يأتى : —

١) حسن اختيار موقع التصرف .

٢) ضرورة العناية بأخذ الأرصاد بواسطة العداد ورصدها وتبويبها بطريقة سهلة .

٣) رصد المناسيب .

٤) طريقة الموازنات وتمرير التصرف .

٥) موضع البوابات .

٦) انسياب المياه بين الفتحات وهل هى مغمورة أو حرة أو فى فترة انتقال بين الاثنين .

وبفضل جهود مصلحة الطبيعيات وقسم المباحث المائية بما أنشأته من أحواض لاختبار جهاز التصرف بالقناطر الخيرية قد أصبحت هذه الطريقة ثابتة ودقيقة لدرجة يعتمد عليها كثيراً .

تقدير التصرف بواسطه النماذج

على أنه يمكن بواسطة استعمال نماذج مصغرة بمراعاة الشروط المخصوصة التى أتينا عليها والتى يجب توفرها فى اجراء تجارب من هذا النوع يمكن تقدير تصرفات كثير من الأعمال الصناعية على وجه دقيق و بتكاليف بسيطة ومن غير إجهاد أو ضياع للوقت قد عيرت كثير من الخزانات والقناطر الرئيسية على النيل وعلى افمام الترع الرئيسية بواسطة النماذج فى القناطر الخيرية كخزان أسوان وسنار وجبل الاولياء وقناطر نجع حمادى وقد ساعد هذا التعيير على سهولة الموازنات واجرائها بالدقة وعلى الوجه المرغوب كما ساعدت على دراسة كثير من المسائل الفرعية التى سأوضحها فيما بعد ويمكن القول بأن جميع هذه النتائج كان لها أكبر الأثر في حسن التوزيع ودقته .

٣) تعيير القناطر — إن رصد المناسيب أو قياس التصرف كل هذه عمليات أوليـــة الغرض منها جمع معلومات يتيسر بواسطتها دراسة المجرى وبحث كثير من المشروعات التى نقوم بها وهى فى الحقيقة تمهد لنا الطريق مبدئياً للوصول إلى تدبير المياه التى لدينا والتحكم فى اجراء التوزيع على وجه دقيق بواسطة المنشآت الصناعية التى لدينا ولن يتوفر حسن التوزيع إلا إذا عيرت جميع الأعمال الصناعيةوعرفت خصائصها وتصرفاتها من غير حاجة إلى قياسها فى كل لحظة وتتوقف الطريقة التى تتبع فى التعيير على العوامل الآتية :—

١) نوع القنطرة وأهميتها .

٢) شكل وطبيعة انسياب المياه .

٣) طريقة الموازنات وتمرير التصرف .

قناطر الحجز الرئيسية

تجرى الموازنات على هذه القناطر بواسطة بوابات حديدية فاذا كانت الفتحة مغمورة أو حرة أمكن إيجاد قانون يربط التصرف بمناسيب الأمام والخلف والفتحات وإذا ما توصلنا إلى إيجاد هذا القانون سهل لدينا تمثيل هذه العلاقة بواسطة منحنيات (Abacs) مراعين فى اختيارها أنسبها للاستعمال من وجه البساطة وسهولة الحساب وخلوها من التعقيد .

فى جميع هذه الأحوال لم تعترضنا صعوبات فلن تتأثر هذه العلاقة من جهة الطمى أو النحر فى المجرى ذاته أما إذا كانت الفتحة لا هى بالمغمورة ولا الحرة وكان فرق التوازن صغيراً فلن تجدى هذه الطريقة وفى هذه الحالة يمكن تعيير القنطرة بواسطة منحنى خلفى يبين التصرف مع مناسيب المياه الخلفية والعيب الوحيد فى أمثال هذه المنحنيات هو تأثرها بالتغييرات التى تطرأ على شكل المجرى من وجهة النحر أو الطمى وتغير الانحدار لأى سبب من الأسباب ولذا فمن الواجب مراجعة هذه المنحنيات وبادخال التصليح اللازم عليها حتى تتمشى دائماً مع التغييرات التى تطرأ فى المجرى وذلك بأخذ تصرفات فى أوقات منتظمة متسلسلة لمناسيب مختلفة .

القناطر الفرعية .

أما القناطر الفرعية وهى عادة قناطر صغيرة تجرى الموازنات عليها بأخشاب من الغما فلن تجدى فى تعييرها الطرق السابقة وخصوصاً لأن المجرى الخلفى عرضة لتغيرات كبيرة بين آونة وأخرى مما يقلل كثيرا من فائدة استعمال منحنى تصرف لمناسيب الخلف وعليه أدت المباحث إلى استنباط طريقتين يتبع أيها فى التقدير : —

الأولى — بناء هدار فى الخلف إذا سمحت حالة المجرى بذلك ولم تعترضنا صعوبات من وجهة الملاحة أو المناسيب والأحسن أن يكون الهدار ذا موجة ثابتة .

ولقد عيرت هذه الهدارات بالقناطر الخيرية ودرست خصائصها ووجد تصميمها وأبعادها واستعملت فعلا فى ترع مختلفة كهدار أشمنت ومغاغه وبنى حدير.

الثانى — وهناك طريقة أخرى يمكن بواسطتها تعيير هذه القناطر وذلك باستبدال أخشاب الغما بالأبواب ذات التروس الحلزونية يركب عليها جهاز يقدر التصرف المار بها ويمكن قراءته فى أى لحظة بواسطة البحار أو الشخص المكاف باجراء الموازنات ومراقبتها وهذا الجهاز بسيط فى تركيبه سهل الاستعمال ولا يحتاج إلى تغيير أساسى بالقنطرة أو نفقات إضافية للصيانة وقد ركب ذلك على أفمام كثيرة مثل فم ترعة دروه .

كل هذه التحسينات قد توصلنا إليها بعد تجارب طويلة أجريت بأحواض التجارب بقناطر الدلتا .

أفمام ترع التوزيع الصغيرة

ولمعرفة التصرف المار بها أهمية كبرى فى التوزيع وفى تقدير المقننات المائية وخير الوسائل التى اقتنعنا بفائدتها فى تعيير أفمام هذه الترع هو بناء أعتاب متحركة ذات موجة ثابتة .

ولقد أجريت بالقناطر الخيرية سلسلة تجارب طويلة على هذه الأعتاب وبحث تصميمها من عدة نواحى مختلفة وخرجنا من كل ذلك إلى الوصول إلى تصميم يمكن تطبيقه وتعميمه على هذه الأفمام ويصلح لأجراء الموازنات عليها بكل سهولة وبودى أن أرى اليوم الذى تحوّل فيه جميع هذه القناطر إلى هدارات من هذا النوع كلما سمحت الحالة بذلك فهذا من غير شك من أكبر العوامل التى تساعدنا على السيطرة على التوزيع وحسن تدبير المياه والاقتصاد كما هو متبع الآن بمنطقة الجزيرة بالسودان .

فتحات الرى

توزع المياه على الأراضى بواسطة مواسير عادية تختلف فى نوع مادتها حسبما لظروف هذه الفتحات على بساطتها كانت ولا تزال من أكبر العيوب الحالية فى نظام التوزيع الحالى ولقد دعت هذه العيوب الظاهرة والصعوبات التى نلاقيها فى التوزيع كثير من الباحثين وكبار

رجال الرى إلى التفكير فى مآخذ أخرى أكثر صلاحية من الفتحات الحالية وفى الوقت نفسه يمكن استعمالها بالغيط ولا تستلزم صيانتها جهداً كبيراً .

والعيب الرئيسى فى الفتحات الرئيسية ينحصر فى تأثر تصرفها بمنسوب المسقة الخلفى وفى ازدياده تبعاً لازدياد الضاغط على هذه المواسير فالتصرف المقدر والمتبع فى الجداول الرسمية لا يتناسب بتاتا مع التصرف الفعلى الذى تسحبه هذه الفتحات لعدم ثباته واستقراره ولخضوعه لعوامل متغيرة عديدة كلها تؤثر فى هذا التصرف وتعمل على عدم انتظامه و بذلك يختل نظام المناوبات و يفسد التوزيع وتعم الشكوى وتزداد متاعبنا أضعافا مضاعفة .

هنالك اقتراحات عدة لشكل هذه المآخذ رغم ما بها من مزايا وتحسين ظاهر إلا أنها ليس فيها القضاء التام على جميع الصعوبات التى تعترضنا فى الوقت الحالى .

ولقد أدت الأبحاث إلى اقتراحين :

١) ماسورة ذات قاع أفقى .

٢) ماسورة ذات عتب خلفى .

ولا تؤدى هذه المآخذ إلى الحل النهائى المطلوب إلا إذا أمكن حفظ الانحدار ثابتا فى الأحباس المختلفة والمحافظة على هذه الدرجات .

والآن وقد أتيت باختصار على التحسينات التى أدخلت والتى أمكننا بواسطتها رصد المناسيب المختلفة على النهر وفروعه وتقدير التصرفات ومعرفة

كميات المياه التى لدينا وطريقة الانتفاع بها ؛ سأنتقل بكم إلى ناحية أخرى لا تقل أهمية عما سبق ان لم تفوقها وهى ما هدت إليـه التجارب العملية والعامية لمعرفة أنسب الطرق لاجراء الموازنات وأحسن التصميمات وأكملها وأقلها عرضة للنحر وصلاحية للملاحة .

تبنى المنشآت المائية طبقا لما يتطلبه فن إنشاء الأعمال الصناعية وما يحتمه من تناسب فى أجزائها المختلفة حتى يكون المبنى متينا قويا من حيث مقاومة ضغط المياه .

وكثيراً ما يكون التصميم موفقا من وجهته الانشائية ومطابقا لما يتطلبه علم التصميم والهيدروليكا حتى إذا ما نفذ بالفعل ظهر كثير من العوامل التى لم تكن فى الحسبان والتى أهمل شأنها عمداً لضآلة أهميتها وابتـدأ هذا التأثير صغيراً فى مبـدئه قويا فى مفعوله واكتسب بمرور الزمن قوة وأخذ يعمل تدريجيا حتى يهدد سلامة المبنى ذاته وأصبح خطراً حقيقياً واقعاً يحسب له ألف حساب .

ومن الوجهة التصميمية لا يمكن الاهتداء الى هذه العوامل أو معرفة تأثيرها على وجه الدقة إلا عن طريق واحد هو طريق المباحث والتجارب وسأذكر الآن خلاصة ما هدتنا إليه تجاربنا من هذه الوجهة وما أدت إليه مباحثنا المحدودة فى إدخال التحسينات على هذه التصميمات وابعـاد كل العوامل الغير مرغوب فى وجودها والتى من شأنها أن تزيد فى صعوباتنا وفى الحاق الضرر لهذه القناطر التى نحرص على سلامتها من كـل الوجوه وسأبحثها على الترتيب الآتى :

المأخذ — أنسب مجرى لدليل أى قنطرة هو ما كانت تنساب به المياه بحالة منتظمة لا يتولد عنها تيارات شديدة أو دوامات قوية المفعول حتى لا يتأثر المجرى بالطمى أو النحر وبذلك نطمئن على سلامة القنطرة وسهولة الملاحة .

هذه الشروط لا يمكن استيفاؤها وبحثها نظريا أو بالطبيعة وانما يمكن درسها بواسطة القيام بتجارب على نماذج مصغرة لها بشروط مخصوصة وذلك للوصول إلى أحسن المآخذ وأسلمها وأكثرها صلاحية للملاحة .

وقد قامت القناطر الخيرية باجراء تجارب من هذا النوع على مآخذ الأعمال الآتية :

١) مدخل الفاروقية والطارف أمام قناطر نجع حمادى .
٢) مدخل فم الرياح العباسى الجديد وقنطرة عمر بك .
٣) مدخل رياح البحيرة المقترح .

ومن هذه التجارب أمكننا إدخال التعديلات والتحسينات على شكل هذه الماخذ وذلك باستبعاد كل العوامل الغير مرغوب فيها والتى من شأنها التأثير فى حالة المجرى الأصلى أو المأخذ ذاته وبذلك توصلنا إلى شكل المأخذ الذى تتوفر فيه كل الشروط المطلوبة .

الفرش :

أن أطوال الفروشات وأبعادها وأشكالها تلعب دورا هاما نحو التأثير

على النحر خلف الأعمال الصناعية ومسألة اختيار أنسب الاشكال حفظا لسلامة القناطر هى من المسائل التى تضاربت فيها الاقوال والنظريات . فكثيرا ما يحدث أن أطوال الفروشات وأبعادها ولو أنه روعى فى اختيارها الاصول الفنية الا أنها مع ذلك لا تمنع حدوث النحر الذى قد يبدو ضئيلا فى مبدئه ثم يتسع تدريجيا حتى يصبح خطرا حقيقيا يقتضى علاجا سريعا حاسما ومصاريفا إضافية باهظة كان من الممكن تجنبها . فمثل هذا الموضوع الخطير يجب أن يترك للتجارب لايجاد الحل الذى يناسب كل قنطرة بعد تصميمها إذ أن هناك عوامل كثيرة من الضرورى مراعاتها قبل اختيار أبعاد وشكل الفرش اللازم .

هذه العوامل تنحصر فيما يأتى : —

١) السرعة داخل العيون وخارجها .

٢) السرعة بالمجرى خلف القنطرة .

٣) نوع البوابات وارتفاعها .

٤) وضع البوابة السفلى بالنسبة للبوابة العليا .

٥) طريقة الموازنات لتمرير المياه من الفتحات .

٦) نوع انسياب المياه من الفتحات وهل هى مغمورة أو حرة أو فى دور الانتقال بين الحالتين .

٧) اختلاف مناسيب العيون .

الواقع أن هذه العوامل قل أن تتشابه فى قناطر متماثلة وعلى ذلك

فليس من الحكمة أن يكون شكل فرش هذه القناطر واحدا إذ أن لكل قنطرة ظروفها الهيدروليكية .

فهناك مثلا كثير من التشابه ما بين خزان أسوان وسنار مما دعى مبدئيا لاختيار فرش سنار على نمط خزان أسوان إلا أنه بعد تنفيذه بالطبيعة تبين أن هناك تفاوت كبير بين التيارات خلف كل من الخزانين هذا التفاوت الذى كان من شأنه أن هدد فعلا سلامة خزان سنار وقد تعدل تصميم الفرش بعد ذلك طبقا لسلسلة التجارب التى قامت بها قناطر الدلتا وأمكن بها ملافاة كل هذا كذلك أن أغلب القناطر الرئيسية المقامة على النيل متشابهة ولكن بينما يشتد النحر خلف قناطر أسيوط و إسنا نتيجة لمرور المياه من فوق البوابات فأن فرش القناطر الخيرية و زفتى فى أمان نتيجة لمرور المياه من بين البوابات .

ولو نظرنا الى كل من سدّى رشيد ودمياط لوجدنا أنه رغم أنهما متماثلان فى التصميم من كل الوجوه فان النحر أشد ما يكون خلف سد رشيد بينما يتراكم الطمى خلف سد دمياط وهذا بالطبع نتيجة لاختلاف سرعة المياه فى الفرعين .

ولا يفوتنى أن أذكر أنه ولو أن التشابه بين الرياح التوفيقى والمنوفى كبير إلا أن فرش التوفيقى عرضة لتآكل شديد بينما فرش الرياح المنوفى غير معرض لأى تآكل وما ذلك الا لأن ارتفاع البوابات السفلى فى التوفيقى كبير (٣٫٥٠) وهى موضوعة بالدرواند الأمامى مما يجعل الفتحة

بحالة حرة تندفع منها المياه نحوالفرش مباشرة أما فى الرياح المنوفى فارتفاع البوابة السفلى ١ر٥٠م فقط وهى موضوعة بالدرواند الخلفى بحيث تكون الفتحة دائما مغمورة تندفع المياه منها نحو السطح فلا تؤثر كثيرا على حالة الفرش .

أما مسألة اختلاف مناسيب العيون وما يتسبب عنها فهذه أيضا لها أهميتها كما هو الحال فى عيون قناطر رشيد ونجع حمادى فانه يحدث عند ما تكون القناطر مفتوحة عن آخرها أنه لا تتوزع السرعة بانتظام نتيجة لهذا الاختلاف وتتولد عن ذلك تيارات ودوامات غير مرغوب فيها ويحسن كثيرا تجنبها .

كل هذه الأمثلة تدل دلالة واضحة على ضرورة دراسة تصميم كل عمل من الاعمال الصناعية بواسطة النماذج وهذه هى الخطة التى تسير عليها مصلحة الرى فى الوقت الحاضر فقبل البدء فى بناء خزان جبل الأولياء كان منسوب العيون ٣٦٩ر٠ ولما تبين من التجارب حدوث نحر فى الخلف فقد رؤى تخفيض منسوب العيون الى ٣٦٨ر٠ حتى تبقى الفتحة مغمورة فى كل الحالات ويقل النحر تبعا لذلك وهذا هو نفس ما اتبع فى مشروع قناطر محمد على اذ صار عمل تجارب على نماذج لهذه القناطر المفتوحة وذلك قبل البت نهائيا فى تصميمها .

لقد أصبح من المسلم به فنيا أنه اذا تساوت العوامل الهيدروليكية فالفرش الافقى هو أفضل الاشكال للقناطر كما وأن الشكل المائل هو أنسبها

للخزانات على أنه للاعتبارات الماليــة شأن كبير فى هذا الموضوع يجب مراعاته والتجارب هى خير كفيل للتوفيق بين ما عليه الفن وما تتطلبه العوامل الاقتصادية ليكون المشروع مقبولا من جميع الوجوه .

البغال :

مما يستلفت النظر أن أشكال البغال فى القناطر الموجودة على النيل وفروعه تختلف اختلافا ظاهرا يبعث على التساؤل عن علة هذا الاختلاف وتجعلنا فى حيرة عند التفضيل بين هذه الاشكال المختلفة التى قد تكون مثلثة الشكل أو مربعة أو مستديرة وفى الغالب يرجع هذا الاختلاف الى ذوق المصمم الفنى لاغير .

إن السر فى ظهور التموجات السطحية العظيمة التى قد يبلغ ارتفاعها ١٫٥٠ م بقناطر فم البحيرة وقناطر رشيد ونكلا ودنشال يرجع الى شكل بغال هذه القناطر .

إن التجارب الحديثة قد أثبتت أن شكل البغال يجب أن يصمم بحيث يكون أقل ما يمكن مقاومة لسير المياه حتى لا تتولد عن ذلك الدوامات الخلفية كذلك من الواجب جعل سمك البغال واحد فى القنطرة جميعها بمعنى أن يستغنى عن البغال الــكبيرة الحجم التى كانت توضع عادة بين كل عشرة فتحات .

الأجنحة :

يمكن القول إن الأنواع الرئيسية لأشكال الأجنحة للقناطر هى المربعة والمائلة والعوامل التى تجعلنا أميل لاختيار أحدهما وتفضيله على الآخر يمكن إرجاعها إلى الآتى :-

١) نسبة قطاع المجرى على عرض الفتحات .

٢) سرعة المياه واندفاعها .

٣) التيارات المائية المتسببة عن كل شكل من هذه الأشكال .

كل هذه العوامل يجب أن يحسب حسابها قبل تحديد الشكل الأنسب لهذه الأجنحة على أن العامل الأخير هو الحد الفاصل والأساس الذى يجب أن تعطى له كل الأهمية عند الاختيار ولا سبيل إلى معرفته على وجه الدقة إلا بالتجارب .

كثير ما يتسبب عن عدم الدقة فى تحديد هذه التيارات ودراستها ومعرفة تأثيرها من كل الوجوه ان تظهر صعوبات فى التنفيذ حيث تتولد تيارات عكسية ودوامات خطيرة من شأنها ألا تهدد الملاحة فقط بل أن تؤثر تأثيرا سيئا على حالة المبنى وسلامته .

ولقد دلت التجارب على أن الأجنحة المربعة يتسبب عنها تيارات عكسية تختلف شدتها تبعا لسرعة المياه وطاقتها وتغير القطاع كما هو حاصل بالرياح التوفيقى فالتآكل الشديد بتكسياته والمخاطر التى تتعرض لها

الملاحة هى نتيجة مباشرة للتيارات والدوامات التى تولدت من أجنحته المربعة .

وعلى وجه العموم يمكن القول أن الأجنحة المائلة إذا أحسن إختيارها هى أفضل هذه الأشكال وأكثرها صلاحية .

٤) البوابات — وهنا أود أن ألفت الأنظار إلى أن هذه النقطة كثيراً ما أهمل شأنها فى التصميم ولم تدرس الدراسة الكافية من كل النواحى فالمهندس عذر مقبول إذا ما فاته تحديد هذا العامل ومعرفة تأثيره لأنه يستحيل عملياً توفر هذه الدراسة من غير إجراء تجارب على نماذج مصغرة.

تأثير البوابات وما يتولد عنها من تيارات ومبلغ تأثير هذا على العيون وعلى سلامة الفرش وغير ذلك ناتج من العوامل الآتية : —

١) موضع البوابات .

٢) ارتفاع البوابات .

فالعامل الأول أى موضع البوابات له شأن كبير فى تكوين الدوامات الخلفية وبعد نقطة العادل ويجب أولا أن يراعى أن تكون البوابات عند وضعها بالدروندات قريبة من بعضها ولا يترك بينها مسافة كبيرة تؤثر على معامل التصرف كما ويحسن أن توضع البوابات السفلى فى الدوراند الخلفى إذ أنه فى هذه الحالة تمر المياه بين الفتحة متجهة نحو السطح وبذلك لا يكون فرش القنطرة عرضة لتأثير المياه .

أما ارتفاع البوابات فيجب أن يراعى فى أبعادها سهولة إجراء الموازنات، وإمكان تمرير التصرف دائماً فى الدرجات المختلفة بين البوابات حتى لا يتعرض الفرش لأخطار النحر كما سيأتى الكلام عليها فيما بعد — وفى الغالب يمكن إجراء الموازنات بهذا الشكل اذا ما كان ارتفاع البوابة السفلى صغيراً بالنسبة لغيرها ويحسن ألا تزيد عن ½ سمك المياه وأن يكون الحد الأقصى حوالى ـ ر ٢ متر اذا ما كان ذلك ممكنا .

طريقة الموازنات .

يمكن تمرير المياه من البوابات بثلاثة طرق مختلفة .

أولا — تمرير المياه فوق البوابات .

ثانيا — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

ثالثا — تمرير المياه بفتحة بين البوابة السفلى والعليا .

ولو أن لسرعة المياه الخلفية أثر واضح فى تحديد شكل التيارات وما ينتج عنها إلا أن طريقة تمرير التصرف هى أشد تأثيراً فى تكوين هذه الدوامات .

ولكل حالة من هذه الحالات خصائص مختلفة من حيث شكل الدوامة وحجمها ودرجة النحر التى تنتج عن ذلك كما سنوضحه فيما يأتى :

أولا — تمرير المياه فوق البوابات .

تتكون دوامة سطحية عكسية ويتجه التيار نحو الفرش فيجعله عرضة

للتآكل ويمكن القول أن مرور المياه بهذه الصفة غير مرغوب فيه أصلا اذ أنها بفرض تساوى السرعة والتصرف فان النحر أشد كثيراً من الحالات الأخرى .

ثانيا — تمرير المياه بين البوابة السفلى والفرش .

فى هذه الحالة تتكون دوامة سطحية عكسية وينشأ عن هذه الحالة نحر شديد يقل عن النحر فى الحالة الأولى .

ثالثا — حالة مرور المياه من بين البوابات .

ا — البوابة السفلى فى الدرواند الأمامى .

تتكون دوامة عكسية سطحية ويكون الفرش عرضة لتآكل بسيط

ب — البوابة السفلى فى الدرواند الخلفى .

تتكون دوامة عادية على الفرش ولا يحصل نحر بالقاع ويحسن جد اذا أمكننا أن نلجأ الى هذه الطريقة فى تمرير التصرف .

ويستخلص من كل هذا أن لطريقة تمرير التصرف ووضع البوابات وارتفاع البوابة السفلى . كل هذه العوامل مهمة جداً تؤثر كثيراً فى تحديد شكل الدوامات وفى النحر وفى تقليل التآكل ويجب أن يراعى فى تصميم البوابات ما يأتى :

١) أن توضع البوابة السفلى فى الدرواند الخلفى .

٢) أن يكون ارتفاع البوابة السفلى أقل نسبيا من باقى البوابات لتسهيل إجراء الموازنات .

٣) أن يمر التصرف من بين البوابات فى جميع الحالات .

الضفرة الخلفية.

مما قدمنا يتضح أن فى علاج كثير من النقط السابقة وفى العناية بأمرها وفحصها تقليل لكثير من أخطار النحر التى قد تهدد سلامة القناطر على أن هناك علاج بسيط آخر قد هدت اليه التجارب وأثبتت صلاحيته التامة فى صيانة الفرش من النحر وذلك ببناء حائط صغير فى نهاية الفرش بعرض المجرى وهذا الحائط الصغير من شأنه أن يقوم بتحويل جزء كبير من تيارات القاع الى السطح فتصطدم بها وتقلل كثيراً من طاقة المياه المارة وبذلك يقل تعرض مجرى النهر للنحر .

وقد أجريت تجارب عدة لمعرفة أحسن الأشكال لهذا الحائط الصغير وأنسب الأرتفاعات وقد أدت هذه التجارب الى النسب الاتية : —

١) ارتفاع الحائط هو حوالى ٥٠ سم ويجب أن يكون مغموراً بالمياه [١] .

٢) الحائط المصمت هو أبسط الأشكال وأقلها نفقة .

٣) الحائط المسنن هو أنسب الأشكال من حيث تقليل النحر إلا أنه أكثر كلفة .

هذا خلاصة ما هدتنا اليه أبحاثنا المائية بواسطة التجارب على نماذج مصغرة والجمع بين ذلك وبين دراسة الطبيعة ومسايرتها واخالكم تتفقون.

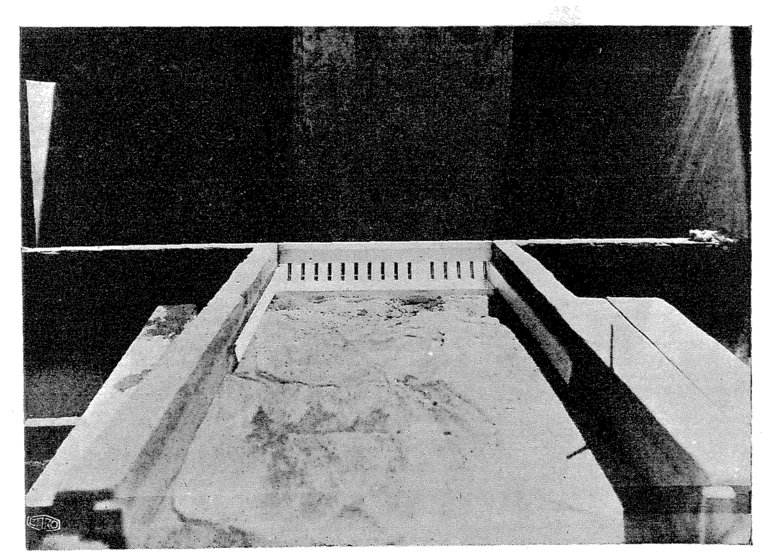
---

(١) وفى حالة ماإذا كان سمك المياه لايسمح بغمر الضفرة تماما فانه لتقليل النحر توضع حائط تصادم بارتفاع نصف متر خلف البغال أو توضع أخشاب غما بارتفاع حوالى ٥٠ سم فى الدروندات الخلفية كما هو الحال الآن فى قناطر نجع حمادى .

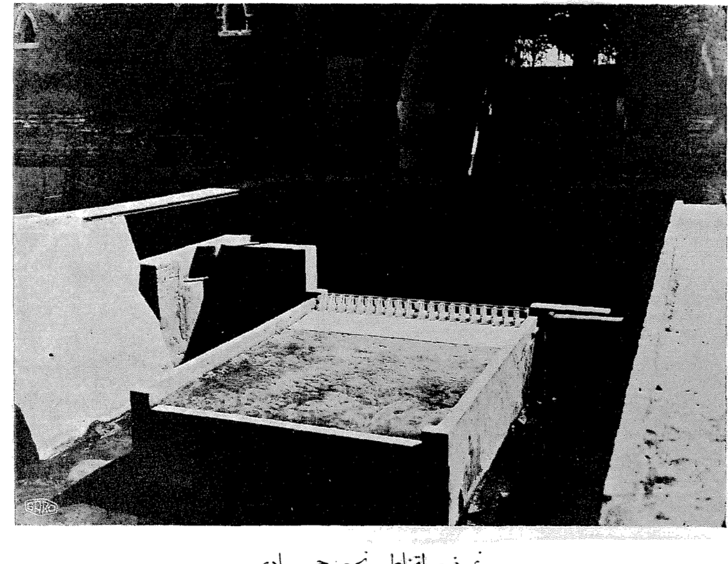
معى فى أن هذه الخطوات الواسعة التى خطوناها وجميع هذه النقط التى اشرت اليها بأجمال وكل هذه التحفظات والأحتياطات لو روعيت فى التصميم ودرست بواسطة التجارب لقللت كثيراً من متاعبنا وزادت من طمأنينتنا فى نجاح جميع الأعمال الصناعية التى نقوم بها ولأدت كثيراً إلى تخفيض مصاريف صيانتها وإصلاحها .

وعلى العموم فأن ما نطمع أن نحصل عليه فى قناطر الحجز هذه وما نحرص عليه كل الحرص من دراسة هذه التحسينات وما نرمى اليه فى كل التجارب هو أجراء الموازنات بشكل نمنع به حصول دوامات أو تيارات غير مرغوب فيها لما لها من تأثير سيء على سلامة القنطرة وكل الوسائل التى أشرت اليها كفيلة بأن تساعد على الحصول على هذه الحالة على أكمل الطرق الفنية والاقتصادية .

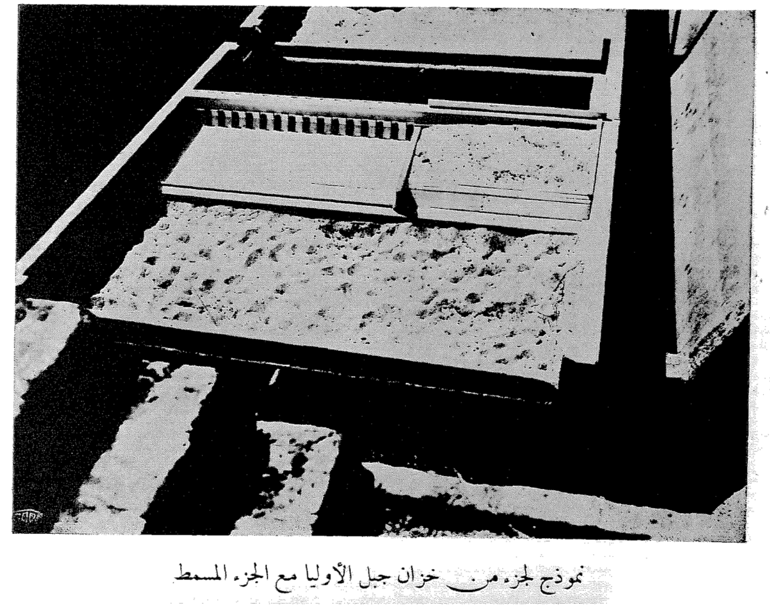
والمجال متسع دائماً لتعاوننا جميعاً فى زيادة هذا التحسين والعمل على استكمال هذا النظام فى مختلف نواحيه وهذا ما عملنا ونعمل له بكل قوتنا وفقنا الله جميعاً الى ما فيه خير هذا البلد .



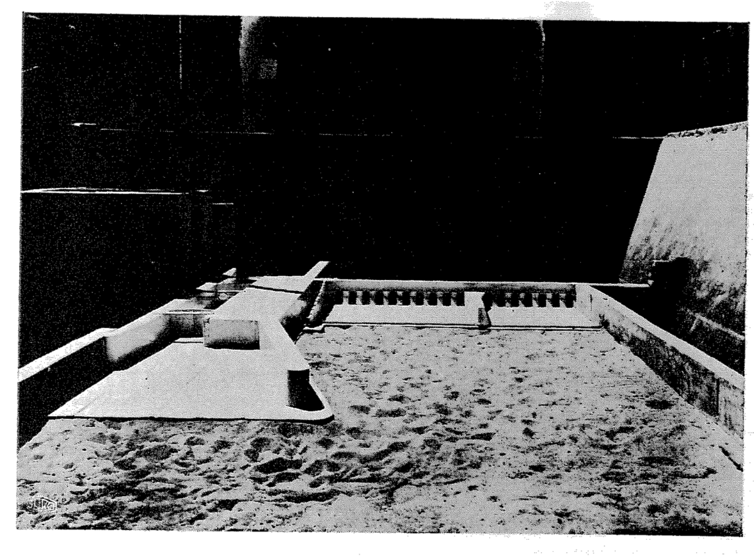
نموذج لخزان سنار



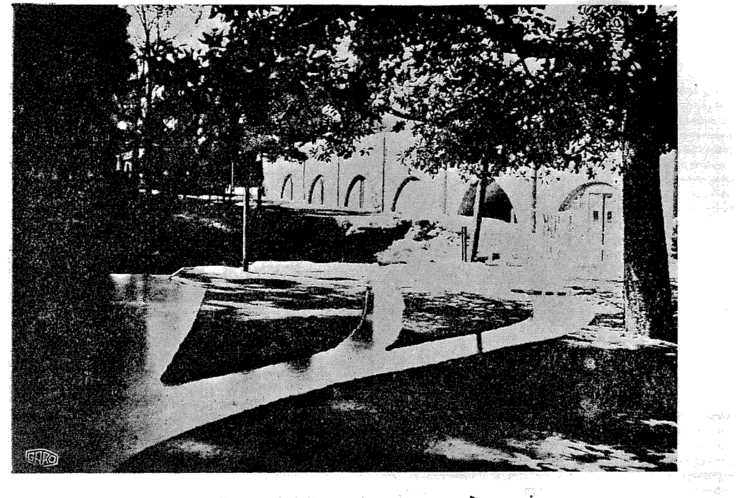
نموذج لقناطر نجع حمـــادى



نموذج لجزء من خزان جبل الأوليا مع الجزء المسمط

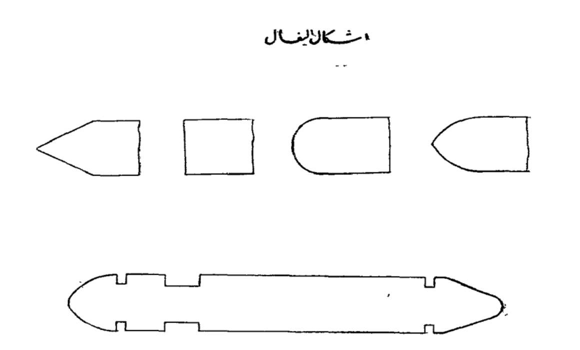


نموذج لجزء من خزان جبل الأوليا مع الهويس

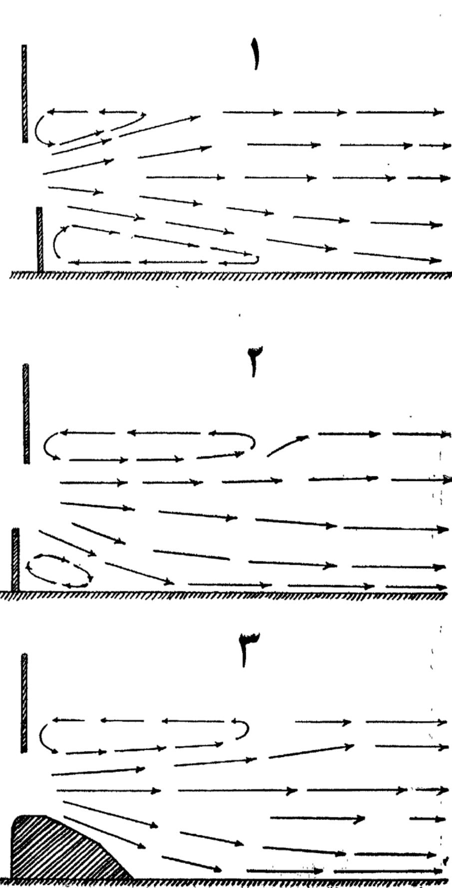


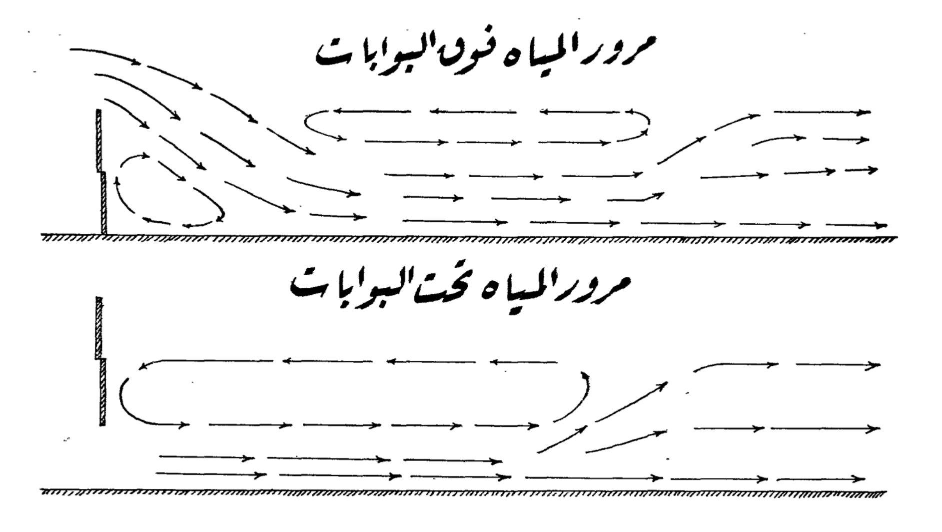
نموذج لأحسن مدخل لترعتى الطارف والفاروقية

اشكال النصال

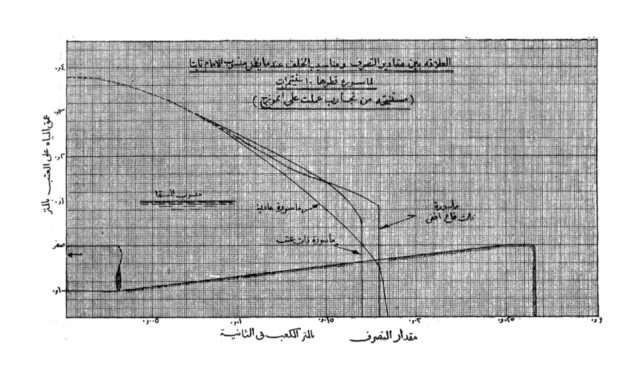


مرور المياه بين البوابات





مرور المياه فوق البوابات
مرور المياه تحت البوابات



العلاقة بين مقادير التصرف ومناسيب الخلف عندما يظل منسوب الامام ثابتا
لماسورة قطرها ١٠ سنتيمترات
(مستنتجة من تجارب عملت على نموذج)
ماسورة عادية
ماسورة ذات عتب
ماسورة ذات قاع أفقي
عمق المياه على العتب بالمتر
صفر
مقدار التصرف
بالمتر المكعب في الثانية

